

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-212154

(43)Date of publication of application : 03.08.1992

(51)Int.Cl.

G03F 1/08  
H01L 21/027

(21)Application number : 03-023094

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 18.02.1991

(72)Inventor : KAMON KAZUYA

(30)Priority

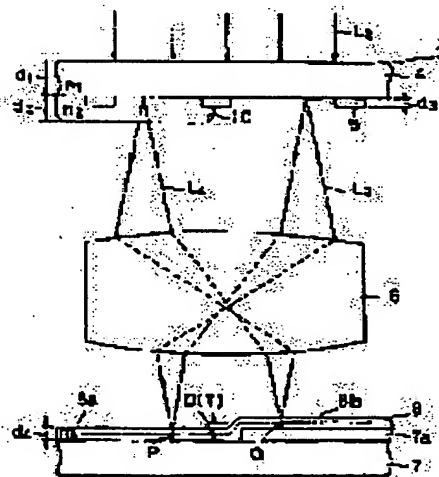
Priority number : 02217612 Priority date : 18.08.1990 Priority country : JP

## (54) PHOTOMASK

(57)Abstract:

PURPOSE: To offer a photomask which can carry out sensitizing with excellent precision according to the level difference of a resist film.

CONSTITUTION: An optical distance adjusting film 10 adjusting the optical distance of light passing the interval of light shielding patterns 5 so that a focusing position is changed according to the level difference of the resist film 8, is provided on one main surface side of a transparent substrate 3 and/or its other main surface side. The focusing position of the light passing the interval of the light shielding patterns 5, is changed in the thickness direction of the resist film 8, according to its level difference, and photosensitive precision is enhanced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-212154

(43)公開日 平成4年(1992)8月3日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

### 技術表示箇所

G 0 3 F 1/08

**A 7369-2H**

H01L 21/027

7352-4M

H01L 21/30

301 P

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出題番号 特願平3-23094

(22)出願日 平成3年(1991)2月18日

(31)優先権主張番号 特願平2-217612

(32)優先日 平2(1990)8月18日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

(72) 發明者 加門 和也

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機  
株式会社エル・エス・アイ研究所内

(74)代理人 弁理士 大岩 増雄

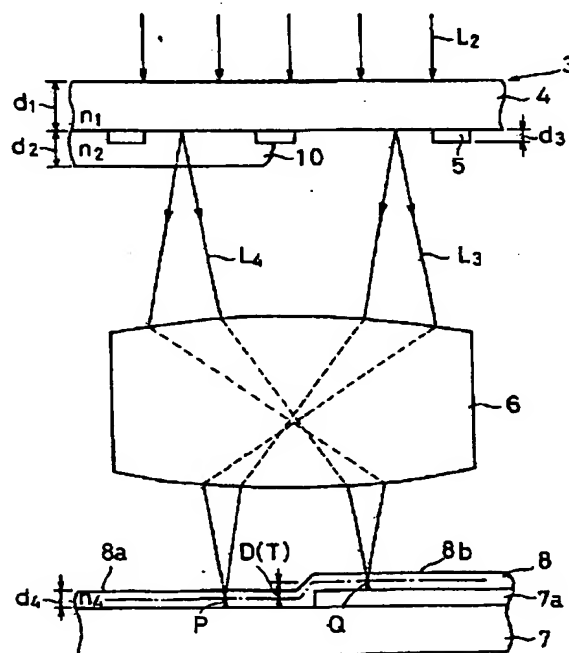
(54) 【発明の名称】 フォトマスク

(57) 【要約】

【目的】 レジスト膜 8 の段差に応じて精度良く感光できるフォトリソマスク 3 を提供する。

【構成】 透明基板 3 の一方主面および／または他方主面側に、レジスト膜 8 の段差に応じて焦点位置が変化するように遮光パターン 5 間を通過する光の光学距離を調整する光学距離調整膜 10 を設ける。

【効果】 遮光パターン5間を通過した光の焦点位置がレジスト膜8の段差に応じその厚み方向に変化し、感光精度が高められる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リソグラフィ技術を用いて被加工物上のレジスト膜に所定のパターンを転写する際に使用するフォトマスクであって、透明基板と、前記透明基板の一方主面側に形成された遮光パターンと、前記透明基板の一方主面および/または他方主面側に形成され、前記レジスト膜の段差に応じて焦点位置が変化するように、前記遮光パターン間を通過する光の光学距離を調整する光学距離調整膜とを備えた、フォトマスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、半導体ウェハ等の被加工物をリソグラフィ技術を用いて加工する際に使用されるフォトマスクに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図6はフォトリソグラフィ工程において従来より用いられているフォトマスクを含む露光装置の概略構成図を示し、図7はその要部拡大図を示す。

【0003】 両図に示すように、光源1から出射された光L<sub>1</sub>は、レンズ系2で集束されてフォトマスク3上に照射される。フォトマスク3には、透明基板4の一方主面上に遮光パターン5が形成されており、フォトマスク3に入射された光L<sub>1</sub>のうち遮光パターン5に対応する領域に入射された光は遮断され、残りの領域に入射された光は透過する。フォトマスク3を選択的に透過した光L<sub>2</sub>は、例えばテレセントリックに仕上げられた倍率mの投影レンズ系6を介し、被加工物の基板7上に形成されたレジスト膜8内で集光されて結像される。こうして、レジスト膜8が部分的に感光され、マスクパターンがレジスト膜8に転写される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来のフォトマスク3は以上のようにマスク表面が平滑的に仕上げられているため、フォトマスク3を選択的に透過したそれぞれの光L<sub>1</sub>は、レンズ系6を介して一平面（焦平面）9上に結像される。これに対し、被加工物である基板7の表面は、その基板7に形成される各種集積回路パターンに応じて凹凸に仕上げられており、これに合わせてレジスト膜8も凹凸に形成されている。例えば図7に示すような凸状領域7aが基板7の表面に形成されていると、レジスト膜8の領域8aと領域8bとの間で段差が生じることになる。このとき、レンズ系6の焦点を領域8aに合わせると領域8bで焦点が合わなくなり、逆にその焦点を領域8bに合わせると領域8aで焦点が合わなくなつて、レジスト膜8に感光不良の領域が不可避免的に発生するという問題を有していた。

【0005】 さらに詳しく説明すると、レンズ系6には、その開口数をNAとした場合、波長λの光に対して数1により表わされる所定の焦点深度DOFが認められる。

## 【0006】

## 【数1】

$$DOF \propto \frac{\lambda}{2(NA)^2}$$

【0007】 レジスト膜8は、実質上、焦平面9を中心にレジスト膜8の厚み方向に沿って上記焦点深度DOFの範囲内で感光されるため、焦点深度DOFの値がレジスト膜8の凹凸に対して十分に大きいと上記問題は発生しない。

【0008】 しかしながら、近年LSIの微細化に伴いレンズ系6の集光能を考慮してその開口数NAが増大する傾向にあり、その結果焦点深度DOFは逆に減少する傾向にある。例えば現在のLSIの製造工程では、波長λが436nmの紫外線に対し開口数NAが約0.54のレンズ系6が使用される場合があり、この場合の焦点深度DOFは約1.5μmとなる。これに対し、レジスト膜8の膜厚も約1.5μmで、焦点深度DOFとほぼ等しい。したがって、このような場合には、レジスト膜8に段差が形成されると、感光不良の領域が必然的に発生することになる。

【0009】 したがって、この発明は、上記問題を解決するためになされたもので、レジスト膜の段差に応じて精度良く感光できるフォトマスクを提供することである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 この発明は、リソグラフィ技術を用いて被加工物上のレジスト膜に所定のパターンを転写する際に使用するフォトマスクであって、上記目的を達成するために、透明基板と、前記透明基板の一方主面側に形成された遮光パターンと、前記透明基板の一方主面および/または他方主面側に形成され、前記レジスト膜の段差に応じて焦点位置が変化するように、前記遮光パターン間を通過する光の光学距離を調整する光学距離調整膜とを備える。

## 【0011】

【作用】 この発明のフォトマスクによれば、透明基板上に光学距離調整膜を形成しているため、遮光パターン間を通過した光の焦点位置がレジスト膜の段差に応じレジスト膜の厚み方向に変化し、これにより基板表面の凹凸が補償された状態でレジスト膜が感光される。

## 【0012】

【実施例】 図1はこの発明の一実施例であるフォトマスクの斜視図、図2はそのフォトマスクを含む露光装置の要部構成図である。この露光装置の全体構成は、図6に示される露光装置と同一であるので、同一又は相当部分に同一符号を用いて以下説明する。

【0013】 図1に示されるように、フォトマスク3は、透明基板4と、透明基板4の一方主面側に形成された遮光パターン5と、遮光パターン5を部分的に覆うよ

うに透明基板4の一方主面側に形成された光学距離調整膜10とを備える。

【0014】透明基板4は、例えば石英により構成され、その屈折率 $n_1$ は1.47、厚み $d_1$ は約5mmである。

【0015】遮光パターン5は、CrやMoSi等により構成され、その厚み $d_2$ は通常0.1 $\mu$ m程度である。

【0016】光学距離調整膜10は、たとえば石英( $\text{SiO}_2$ )により構成される。この光学距離調整膜10は、その屈折率 $n_2$ が透明基板4の屈折率 $n_1$ と同一又はほぼ等しい材料によって構成されるのが望ましい。屈折率 $n_1$ 、 $n_2$ の差が小さくなるほど、透明基板4と光学距離調整膜10との境界面での反射率が小さくなって、フォトマスク3に入射された光がレンズ系6側に効率良く透過されるようになるためである。光学距離調整膜10を、石英( $\text{SiO}_2$ )により構成した場合には、屈折率 $n_2$ が1.47となって透明基板4の屈折率 $n_1$ と等しくなり、その境界面での反射率がほぼゼロとなる。なお、光学距離調整膜10の形成位置および厚み $d_2$ は、レジスト膜8の段差に基づいて決定されるが、その詳細は後述する。

【0017】投影レンズ系6は、複数枚の組み合せレンズにより構成され、入射と出射の両方向に対しテレセントリックに仕上げられている。このレンズ系6の倍率 $m$ は、例えば1/5が設定される。もっとも、倍率 $m$ は上記値に限定されず、例えば、 $m=1/10$ であってもよく、また $m=1$ であってもよい。

【0018】被加工物であるウェハ基板7上に形成されるレジスト膜8は、従来より周知のレジスト材料が使用される。例えばMCP2000H(三菱化成株式会社製)を使用した場合には、屈折率 $n_4$ は1.68で、厚み $d_4$ は約1.5 $\mu$ mである。このレジスト膜8は、例えば図7に示すような凸状領域7aが基板7の表面に形成されていると、領域8aと領域8bとの間で段差が生じることになる。

【0019】このフォトマスク3を含む露光装置において、光源1(図6参照)から例えば波長436nmの紫外線の光 $L_1$ が照射されると、レンズ系2で集束されて光 $L_2$ としてフォトマスク3に入射される。

【0020】フォトマスク3に入射された光 $L_2$ のうち遮光パターン5に対応する領域に入射された光は遮断され、残りの光は遮光パターン5間を透過してレンズ系6に向け出射される。この場合、光学距離調整膜10の設けられていない領域では、透過光 $L_3$ は、透明基板4から直接レンズ系6に向けて出射されることになり、一方、光学距離調整膜10の設けられている領域では、透過光 $L_3$ は光学距離調整膜10を通過した後レンズ系6に向けて出射されることになる。

【0021】こうして、フォトマスク3を選択的に透過した透過光 $L_3$ および $L_4$ が、投影レンズ系6を介しS1基板7上に形成されたレジスト膜8上に集光されて結

像される。

【0022】ところで、光学距離調整膜10の屈折率 $n_2$ は空気の屈折率1よりも大きいので、透過光 $L_3$ は透過光 $L_4$ に対して $(n_2-1)d_2$ だけ光路長(光学距離)が長くなる。このため、レンズ系6の透過光 $L_4$ に対する焦点位置Qは、透過光 $L_3$ に対する焦点位置Pよりも、レンズ系6の光軸方向に沿って距離Dだけ近づくことになる。

【0023】いま、焦点位置P、Q間の光学距離 $n_4 D$ は、透過光 $L_3$ 、 $L_4$ の光路差 $(n_2-1)d_2$ と、レンズ系6の倍率 $m$ を用いて、 $n_4 D = m^2 \times (n_2-1)d_2$ で表わされるため、距離Dは、

【0024】

【数2】

$$D = \frac{m^2 \times (n_2 - 1) d_2}{n_4}$$

【0025】となる。

【0026】数2から明らかなように、距離Dは、倍率 $m$ および屈折率 $n_2$ 、 $n_4$ の値が固定されると、光学距離調整膜10の厚み $d_2$ に依存する。

【0027】そこで、距離Dが、レジスト膜8の領域8a、8b間の段差の寸法Tに一致するように厚み $d_2$ を定めると、言い換えれば厚み $d_2$ が

【0028】

【数3】

$$d_2 = \frac{n_4 T}{m^2 (n_2 - 1)}$$

【0029】を満足するように設定すると、透過光 $L_3$ の焦点位置Pを領域8a内に位置させながら、同時に透過光 $L_4$ の焦点位置Qを領域8b内に位置させることが可能となる。例えば、 $n_1=1.47$ 、 $n_4=1.68$ 、 $m=1/5$ の場合、 $d_2=89.4T$ となる。

【0030】以上のように、このフォトマスク3によれば、レジスト膜8の段差に応じた厚み $d_2$ を有する光学距離調整膜10が透明基板4上に形成されているため、遮光パターン5間を通過した光の焦点位置がレジスト膜8の段差に応じて変化し、基板7表面の凹凸が補償された状態でレジスト膜8が感光される。

【0031】また、光学距離調整膜10を透明基板4と同様に石英( $\text{SiO}_2$ )により構成しているため、その屈折率 $n_2$ が透明基板4の屈折率 $n_1$ とほぼ等しくなる。その結果、透明基板4と光学距離調整膜10の境界面における反射率がほぼゼロとなり、フォトマスク3に入射された光 $L_2$ は、その境界面で反射されることなく効率良くレジスト膜8上に投射される。

【0032】なお、上記実施例では、レジスト膜8の段差が1段の場合について説明したが、段差は複数段あ

5

てもよく、また連続的に変化していてもよい。この場合、光学距離調整膜10は、レジスト膜8の段差に応じて、その厚み $d_5$ が複数段あるいは連続的に変化するように設定される。

【0033】図3ないし図5は、上記実施例のフォトマスク3の変形例をそれぞれ示す。

【0034】図3のフォトマスク3は、光学距離調整膜10の形成されている領域（光学距離調整膜10の端部領域を除く）では、透光パターン5が、透明基板4上ではなく、光学距離調整膜10上に形成されている。その他の構成は、図2のフォトマスク3と同様であり、同様の効果を奏する。

【0035】また、図4のフォトマスク3は、光学距離調整膜10が、透明基板4の一方主面側ではなく、他方主面側に形成されている。その他の構成は図2のフォトマスク3と同様であり、同様の効果を奏する。もっとも、光学距離調整膜10は、透明基板4の一方主面と他方主面の両方に形成してもよく、その場合には両主面に形成される光学距離調整膜10の合計厚みが、数3で示される厚み $d_5$ になるように設定すればよい。

【0036】また、図5のフォトマスク3は、透明基板4の他方主面上に、反射防止膜11をさらに備えている。反射防止膜11は、例えばMgF<sub>2</sub>により構成され、その屈折率 $n_5$ は1.378である。空気層、反射防止膜11、透明基板4の屈折率 $n_0$ 、 $n_s$ 、 $n_1$ の間には、 $n_0 < n_s < n_1$ の関係が成立しているため、反射防止膜11の厚み $d_5$ を例えば、

【0037】

【数4】

$$d_5 = \frac{\lambda}{4n_5}$$

【0038】に設定することにより、良好な反射防止効果が得られる。

【0039】この反射防止膜11が設けられていない場

6

合には、光源1からフォトマスク3に入射された光の一部が透明基板4の上面で反射されて迷光となり、あるいは透明基板4の下面で反射された入射光の一部が透明基板4の上面で再度反射されて迷光となって、レンズ系6側に出射される。反射防止膜11は、このような迷光の発生を防止して、露光精度の向上を図る。

【0040】

【発明の効果】この発明のフォトマスクによれば、透明基板上に形成された光学距離調整膜により、透過光の焦点位置をレジスト膜の段差に応じて変化させ、被投影面上の凹凸を補償するように構成しているの、被投影面の凹凸に影響されずにレジスト膜を精度良く感光できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例であるフォトマスクの斜視図である。

【図2】図1のフォトマスクを含む露光装置の要部構成図である。

【図3】この発明の一実施例に係るフォトマスクの変形例を示す図である。

【図4】この発明の一実施例に係るフォトマスクの他の変形例を示す図である。

【図5】この発明の一実施例に係るフォトマスクのさらに他の変形例を示す図である。

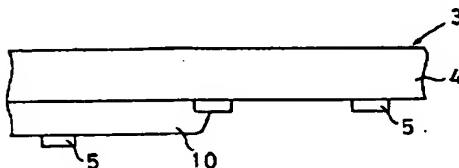
【図6】フォトリソグラフィ工程において、従来より用いられているフォトマスクを含む露光装置の概略構成図である。

【図7】図6の要部拡大図である。

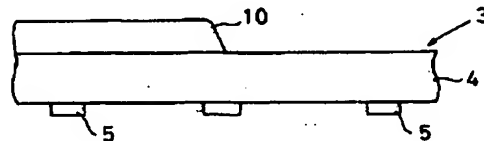
【符号の説明】

- 30 3 フォトマスク  
4 透明基板  
5 透光パターン  
7 基板  
8 レジスト膜  
10 光学距離調整膜

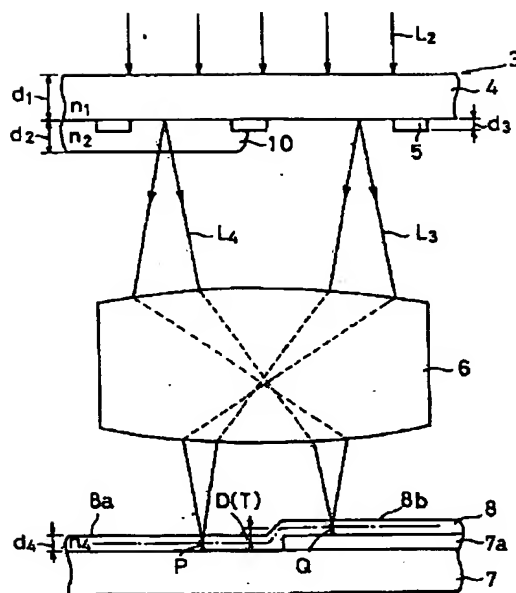
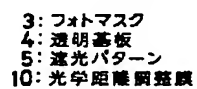
【図3】



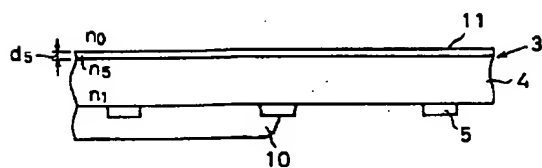
【図4】



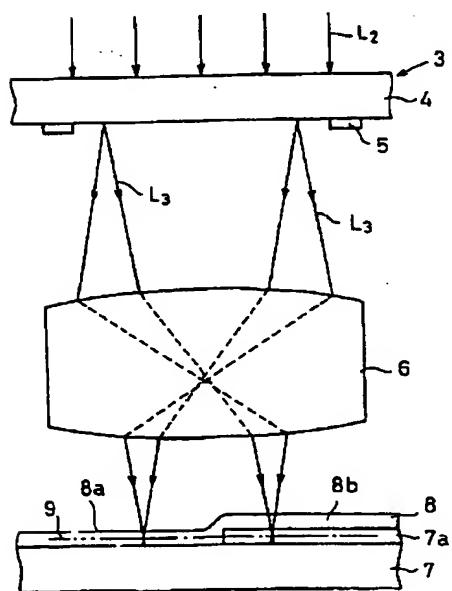
【圖2】



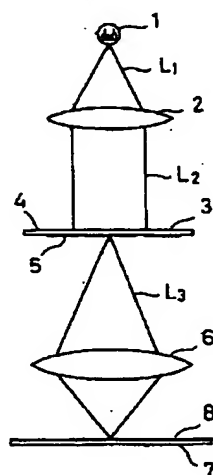
【図5】



【図 7】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**